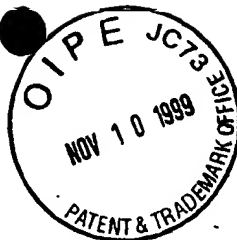


2/5/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI  
(c)1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.



114  
3, 2, 5  
11, 12  
28

010539409 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 96-036363/199604  
XRAM Acc No: C96-012276  
XRPX Acc No: N96-030675

Coal gasification electric power plant with rapid start-up - comprises  
coal gasification furnace, air separator supplying oxygen, compressor,  
gas turbine, and exhaust heat recovering boiler

Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
JP 7305607	A	19951121	JP 9496062	A	19940510	F01K-023/10	199604 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9496062 A 19940510

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing Notes	Application	Patent
JP 7305607	A		6			

Abstract (Basic): JP 7305607 A

The plant comprises coal gasification furnace, air separator supplying oxygen to the furnace, compressor supplying air to the air separator, gas turbine using flammable gas obtd. in the furnace, and exhaust heat recovering boiler producing vapour by gas which is exhausted from the turbine. In the plant, the compressor is driven by the gas turbine and exhaust gas of the turbine is introduced to the boiler.

ADVANTAGE - The plant is started rapidly, and output is increased improving efficiency.

Dwg.1/2

Title Terms: COAL; GASIFICATION; ELECTRIC; POWER; PLANT; RAPID; START; UP;  
COMPRISE; COAL; GASIFICATION; FURNACE; AIR; SEPARATE; SUPPLY; OXYGEN;  
COMPRESSOR; GAS; TURBINE; EXHAUST; HEAT; RECOVER; BOILER

Derwent Class: H09; Q51; Q52

International Patent Class (Main): F01K-023/10

International Patent Class (Additional): C10J-003/46; C10J-003/48;

F02C-003/28; F02C-006/18

File Segment: CPI; EngPI

2/5/2 (Item 1 from file: 347)  
DIALOG(R)File 347:JAPIO  
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05013007 \*\*Image available\*\*  
COAL GASIFICATION POWER PLANT

PUB. NO.: 07-305607 JP 7305607 A]  
PUBLISHED: November 21, 1995 (19951121)  
INVENTOR(s): IKEGUCHI TAKASHI  
ANZAI SHUNICHI  
MATSUMOTO MANABU  
NODA MASAMI  
SASADA TETSUO

APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 06-096062 [JP 9496062]

FILED: May 10, 1994 (19940510)

INTL CLASS: [6] F01K-023/10; C10J-003/46; C10J-003/48; F02C-003/28;  
F02C-006/18

JAPIO CLASS: 21.1 (ENGINES & TURBINES, PRIME MOVERS -- Steam); 13.9  
(INORGANIC CHEMISTRY -- Other); 21.2 (ENGINES & TURBINES,

PRIME MOVERS -- Internal Combustion); 32.1 (POLLUTION CONTROL  
-- Exhaust Disposal); 35.3 (NEW ENERGY SOURCES -- Coal  
Gasification)

JAPIO KEYWORD:R037 (CHEMISTRY -- Exhaust Gas Denitration)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To increase speed of starting, increase an output, and improve efficiency in a coal gasification generation plant provided with a coal gasification furnace of oxygen oxidizing type.

CONSTITUTION: A coal gasification furnace 8 is provided. An air separation device 3 supplies oxygen to the coal gasification furnace 8 as oxidizer. A compressor 1 supplies air to the air separation device 3. A generating gas turbine device 10 adopts combustible gas generated in the coal gasification furnace 8 as fuel. An exhaust heat recovery boiler 14 generates steam by exhaust gas exhausted from the generating gas turbine 13. The compressor 1 is driven by a compressor driving gas turbine 2 whose exhaust gas is introduced to the exhaust heat recovery boiler 14.

特開平7-305607

(43)公開日 平成7年(1995)11月21日

(51)Int.Cl. <sup>°</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 K 23/10		T		
C 1 0 J 3/46		Z		
		3/48		
F 0 2 C 3/28				
		6/18		
		A		

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平6-96062	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成6年(1994)5月10日	(72)発明者	池口 隆 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	安斉 俊一 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	松本 学 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74)代理人	弁理士 高橋 明夫 (外1名)

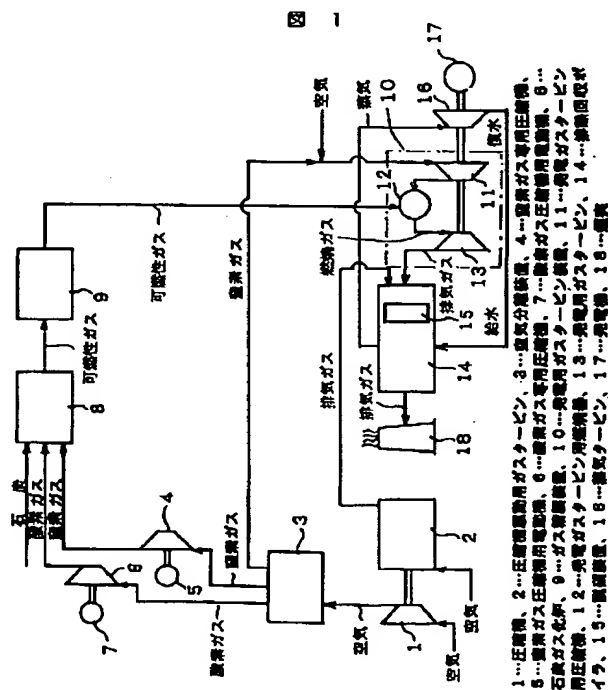
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石炭ガス化発電プラント

(57) 【要約】

【目的】酸素酸化方式の石炭ガス化炉を備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、起動の迅速化、出力の増加、及び効率の向上を図る。

【構成】石炭ガス化炉 8、石炭ガス化炉 8 に酸化剤として酸素を供給する空気分離装置 3、空気分離装置 3 に空気を供給する圧縮機 1、石炭ガス化炉 8 で発生した可燃性ガスを燃料とする発電用ガスタービン装置 10、及び発電用ガスタービン 13 から排出される排気ガスで蒸気を発生する排熱回収ボイラ 14 を備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、圧縮機 1 を圧縮機駆動用ガスタービン 2 で駆動するとともに、圧縮機駆動用ガスタービン 2 の排気ガスを排熱回収ボイラ 14 に導いている。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 石炭ガス化炉、前記石炭ガス化炉に石炭の酸化剤として酸素を供給する空気分離装置、前記空気分離装置に空気を供給する圧縮機、前記石炭ガス化炉で発生した可燃性ガスを燃料とする発電用ガスタービン、及び前記発電用ガスタービンから排出される排気ガスで蒸気タービンに供給する蒸気を発生させる排熱回収ボイラを備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、前記圧縮機を圧縮機駆動用ガスタービンで駆動するとともに、前記圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを前記排熱回収ボイラに導くことを特徴とする石炭ガス化発電プラント。

**【請求項 2】** 石炭ガス化炉、前記石炭ガス化炉に石炭の酸化剤として酸素を供給する空気分離装置、前記空気分離装置で発生した可燃性ガスを燃料とする発電用ガスタービン、前記発電用ガスタービンから排出される排気ガスで蒸気タービンに供給する蒸気を発生する排熱回収ボイラ、及び前記空気分離装置により発生した窒素ガスの一部を抽出した抽出窒素ガスを昇圧し、前記発電用ガスタービンの燃焼器に供給する抽出窒素ガス専用圧縮機を備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、前記抽出窒素ガス専用圧縮機を抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンで駆動するとともに、前記抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを前記排熱回収ボイラに導くことを特徴とする石炭ガス化発電プラント。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、酸素酸化方式の石炭ガス化発電プラントに関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 石炭ガス化炉を用いた石炭ガス化発電プラントには、酸素酸化方式と空気酸化方式とがあるが、本発明は酸素酸化方式の場合である。

**【0003】** 酸素酸化方式の場合は、空気分離装置を備えており、酸素酸化方式の石炭ガス化発電プラントに関連する技術は、特開昭 57-83636 号公報、及び特開平 5-18265 号公報に、それぞれ開示されている。

**【0004】** これらの公知例のうち、前者は、空気分離装置で付随的に発生する窒素を、ガスタービンの作動媒体として利用することにより、ガスタービンの出力を増加させるものであり、後者は、空気分離装置で付随的に発生する窒素を用いて、ガスタービン冷却空気温度を低くすることにより、冷却空気量を低減させ、石炭ガス化発電プラントの効率を向上させるものである。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** 酸素酸化方式の石炭ガス化炉を用いた石炭ガス化発電プラントでは、空気分離装置を起動させ、空気分離装置により酸素ガスが発生し

てから石炭ガス化炉を稼働させている。

**【0006】** したがって、石炭ガス化炉で発生した可燃性ガスを用いてガスタービンを運転する場合、空気分離装置を起動してからガスタービンの運転を開始するまで、少なくとも 1 時間以上を必要としている。

**【0007】** 一方、ガスタービンの排気ガス中の NO<sub>x</sub> は、排熱回収ボイラ内に組み込まれている脱硝装置で大部分が除去されるが、脱硝装置の脱硝触媒がその機能を果たすためには、脱硝触媒自身を 300℃ 程度に加熱する必要がある。したがって、従来では、ガスタービンの起動途中で脱硝触媒を加熱するための運転を必要としていた。

**【0008】** 本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、酸素酸化方式の石炭ガス化炉を備えた石炭ガス化発電プラントを、迅速な起動性を有し、出力が増加し、かつ効率が向上するものに改善することを目的とする。

**【0009】**

**【課題を解決するための手段】** 上記目的は、次のようにして達成することができる。

**【0010】** (1) 石炭ガス化炉、石炭ガス化炉に石炭の酸化剤として酸素を供給する空気分離装置、空気分離装置に空気を供給する圧縮機、石炭ガス化炉で発生した可燃性ガスを燃料とする発電用ガスタービン、及び発電用ガスタービンから排出される排気ガスで蒸気タービンに供給する蒸気を発生させる排熱回収ボイラを備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、圧縮機を圧縮機駆動用ガスタービンで駆動するとともに、圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを排熱回収ボイラに導くこと。

**【0011】** (2) 石炭ガス化炉、石炭ガス化炉に石炭の酸化剤として酸素を供給する空気分離装置、空気分離装置で発生した可燃性ガスを燃料とする発電用ガスタービン、発電用ガスタービンから排出される排気ガスで蒸気タービンに供給する蒸気を発生する排熱回収ボイラ、及び空気分離装置により発生した窒素ガスの一部を抽出した抽出窒素ガスを昇圧し、発電用ガスタービンの燃焼器に供給する抽出窒素ガス専用圧縮機を備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、抽出窒素ガス専用圧縮機を抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンで駆動するとともに、抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを排熱回収ボイラに導くこと。

**【0012】**

**【作用】** 圧縮機で空気分離装置に空気を供給する場合、圧縮機の駆動には専用の電動機を使用することが、普通考えられる。しかし、本発明では、圧縮機駆動用ガスタービンを別置し、圧縮機駆動用ガスタービンで圧縮機を駆動するとともに、圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを排熱回収ボイラに導いている。

**【0013】** したがって、排熱回収ボイラ内に組み込ま

れている脱硝装置の脱硝触媒が、空気分離装置の起動と同時に、圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスにより加熱されるので、脱硝触媒の機能活動を直ちに開始することができる。このため、空気分離装置が起動してから石炭ガス化発電プラントの出力が開始されるまでの時間が、著しく短縮され、石炭ガス化発電プラントの出力の迅速化を図ることができる。

【0014】更に、排熱回収ボイラを通過する排気ガスの流量が増加し、蒸気発生量が多くなるので、石炭ガス化発電プラントの出力が増加する。また、石炭ガス化発電プラント全体の熱効率も向上する。

【0015】そのほか、窒素ガスを含む空気を、発電ガスタービン用圧縮機で昇圧して発電ガスタービン用燃焼器に供給する際、小さい発熱量になるように、可燃性ガスを希釈して供給するので、低 $\text{NO}_x$ 化を図ることができる。

【0016】また、空気分離装置で発生した窒素ガスの一部を抽出した抽出窒素ガスを昇圧し、発電ガスタービン用燃焼器に供給する抽出窒素ガス専用圧縮機を、抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンで駆動するとともに、抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービンから排出される排気ガスを排熱回収ボイラに導いている。

【0017】したがって、上述の場合と同様に、空気分離装置の起動と同時に、脱硝触媒の機能活動を開始することができるので、石炭ガス化発電プラントの出力の迅速化を図ることが可能であり、また、石炭ガス化発電プラントの出力が増加し、効率も向上する。

【0018】そのほか、抽出窒素ガスを可燃性ガスに混合させて、発電ガスタービン用燃焼器に供給する際、小さい発熱量になるように、可燃性ガスを希釈して供給するので、低 $\text{NO}_x$ 化を図ることができる。

【0019】

【実施例】本発明の一実施例を、図1を用いて説明する。図1は本実施例の石炭ガス化発電プラントの構成図である。

【0020】発電用ガスタービン装置10は、発電ガスタービン用圧縮機11、発電ガスタービン用燃焼器12及び発電用ガスタービン13で構成され、発電用ガスタービン13から排出される排気ガスは、脱硝装置15が組込まれている排熱回収ボイラ14に導かれている。

【0021】また、排熱回収ボイラ14で発生した蒸気は、蒸気タービン16に導かれ、発電用ガスタービン13と蒸気タービン16とで発生する動力は、発電機17に回収されている。

【0022】一方、空気分離装置3には、空気が圧縮機1により供給され、圧縮機1は圧縮機駆動用ガスタービン2で駆動されている。また、圧縮機駆動用ガスタービン2の排気ガスは、排熱回収ボイラ14に導かれている。

【0023】空気分離装置3で発生した窒素ガス及び酸

素ガスは、それぞれ窒素ガス専用圧縮機4及び酸素ガス専用圧縮機6で昇圧され、石炭ガス化炉8に供給されている。なお、窒素ガス専用圧縮機4は窒素ガス圧縮機用電動機5により、酸素ガス専用圧縮機6は酸素ガス圧縮機用電動機7により、それぞれ駆動されている。

【0024】更に、空気分離装置3で発生した窒素ガスの一部は、空気と混合し、発電ガスタービン用圧縮機11に供給されている。

【0025】一方、石炭ガス化炉8では、酸素ガス専用圧縮機6で昇圧された酸素ガスを用いて石炭をガス化して、可燃性ガスを作り、ガス精製装置9に供給している。ガス精製装置9で精製された可燃性ガスは、発電ガスタービン用燃焼器12に供給している。

【0026】次に、本実施例の動作について説明する。

【0027】上述のように、空気分離装置3に空気を供給するには圧縮機1が用いられ、圧縮機1は圧縮機駆動用ガスタービン2で駆動される。

【0028】石炭ガス化炉8では、空気分離装置3で発生した酸素ガスを用いて、石炭をガス化し、可燃性ガスを発生させるが、空気分離装置3が起動してから、発電用ガスタービン装置10が稼働するまでには、少なくとも1時間を必要としている。

【0029】この間に、圧縮機駆動用ガスタービン2の排気ガスは、排熱回収ボイラ14に供給されるので、排熱回収ボイラ14内に組込まれている脱硝装置15を300℃程度まで加熱することが、短時間で可能であるとともに、蒸気タービン用蒸気も発生させることができる。

【0030】このように、脱硝装置15が加熱されていれば、発電用ガスタービン装置10の稼働が開始されると同時に、発電用ガスタービン13の排気ガスを脱硝することができる。すなわち、従来では、脱硝装置15を加熱するために、発電用ガスタービン13を部分回転数又は低負荷で運転する必要があったが、それが省略できるので、短時間で発電用ガスタービン13を定格運転に移行することができる。

【0031】発電用ガスタービン13の起動についても、従来では別置の電動機を用いていたが、本実施例では、圧縮機駆動用ガスタービン2を用いており、また、圧縮機駆動用ガスタービン2の排気ガスを用いて、発電用ガスタービン13の運転開始前に排熱回収ボイラ14から蒸気を発生させることができる。したがって、この蒸気により蒸気タービン16を駆動し、蒸気タービン16と一つの軸で連結されている発電用ガスタービン13を起動することが可能となり、発電用ガスタービン起動用電動機の設置は不要となる。

【0032】更に、空気分離装置3、石炭ガス化炉8及び発電用ガスタービン装置10が、定格運転状態に入った場合について説明する。

【0033】排熱回収ボイラ14には、発電用ガスター

ビン13から排出される排気ガスだけでなく、圧縮機駆動用ガスタービン2から排出される排気ガスも導かれる。そのため、排熱回収ボイラ14を通過する排気ガスの流量は、従来の場合に比べて、圧縮機駆動用ガスタービン2から排出される排気ガスの流量だけ増加することになる。

【0034】この排気ガス流量の増加は、排熱回収ボイラ14で発生する蒸気の流量増加をもたらし、結果として蒸気タービン16の出力が大きくなり、石炭ガス化発電プラントとしての出力が増加する。更に、石炭ガス化発電プラント全体としての効率も向上する。

【0035】また、空気分離装置3で発生した窒素ガスの一部が、途中で空気と混合して、発電ガスタービン用圧縮機11に導かれる。このため、発電ガスタービン用燃焼器12では、従来に比べて、可燃性ガスを絶対値で2~3%小さい酸素濃度で燃焼させることになるため、低NO<sub>x</sub>燃焼化を図ることができる。

【0036】なお、本実施例では、窒素ガス専用圧縮機4は窒素ガス圧縮機用電動機5により、また、酸素ガス専用圧縮機6は酸素ガス圧縮機用電動機7により、それぞれ駆動しているが、窒素ガス圧縮機用電動機5及び酸素ガス圧縮機用電動機7を、それぞれ、別置の専用のガスタービンで駆動し、その排気ガスを排熱回収ボイラ14に導くことにより、効果を更に大きくすることができる。

【0037】また、本実施例は、発電用ガスタービン装置10、蒸気タービン16及び発電機17が一つの軸で接続された、いわゆる一軸型コンバインド発電プラントに、本発明を適用した場合であるが、発電用ガスタービン装置10と蒸気タービン16とが、それぞれ別の軸で構成されている、いわゆる多軸型コンバインド発電プラントの場合にも、本発明を適用することができる。

【0038】次に本発明の他の実施例を、図2を用いて説明する。図2は本実施例の石炭ガス化発電プラントの構成図である。なお、図2において、図1と同じ符号の構成物は、図1の場合と同等の機能を有するものである。

【0039】発電ガスタービン用圧縮機11で空気を昇圧し、その空気の一部を熱交換器19に導いている。熱交換器19で冷却された空気は空気分離装置3に供給され、酸素ガスと窒素ガスとを発生させている。

【0040】窒素ガスの一部、すなわち抽出窒素ガスは、抽出窒素ガス専用圧縮機20で昇圧された後、熱交換器19に導かれ、前述の発電ガスタービン用圧縮機11で昇圧された空気との熱交換により加熱されている。そして、このように加熱された窒素ガスは、石炭ガス化炉8で発生した可燃性ガスと混合し、ガスタービン用燃焼器12に供給されている。

【0041】一方、抽出窒素ガス専用圧縮機20は、抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービン21で駆動されて

おり、そのとき発生する排気ガスは排熱回収ボイラ14に導かれている。

【0042】また、空気分離装置3で発生した、残りの窒素ガス、及び酸素ガスは、それぞれ窒素ガス専用圧縮機4及び酸素ガス専用圧縮機6で昇圧された後、石炭ガス化炉8に供給されている。石炭ガス化炉8及びガス精製装置9の機能は、図1の場合と同一である。

【0043】ガス精製装置9で精製された可燃性ガスは、熱交換器19で加熱された、前述の抽出窒素ガスと混合し、発電ガスタービン用燃焼器12に供給されている。

【0044】本実施例が上述の実施例と比較して大きく異なる点は、空気分離装置3に供給される空気が、本実施例の場合は、発電ガスタービン用圧縮機11から供給されるのに対して、上述の実施例の場合は、圧縮機1から供給されること、また、空気分離装置3で発生した窒素ガスの一部を、本実施例の場合は、発電ガスタービン用燃焼器12に供給するのに対し、上述の実施例の場合は、発電ガスタービン用圧縮機11に供給することである。

【0045】次に本実施例の動作について説明する。

【0046】空気分離装置3、石炭ガス化炉8及び発電用ガスタービン装置10が、稼働状態に入った場合、排熱回収ボイラ14には、発電用ガスタービン13から排出される排気ガスだけでなく、窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービン21から排出される排気ガスも導かれる。そのため、排熱回収ボイラ14を通過する排気ガスの流量は、従来に比べて、窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービン21から排出される排気ガスの流量だけ増加することになる。

【0047】この排気ガス流量の増加は、排熱回収ボイラ14で発生する蒸気の流量増加をもたらし、結果として蒸気タービン16の出力が大きくなり、石炭ガス化発電プラントとしての出力が増加する。更に、石炭ガス化発電プラント全体としての効率も向上する。

【0048】また、空気分離装置3で発生した窒素ガスの一部、すなわち抽出窒素ガスは、可燃性ガスと混合し、発電ガスタービン用燃焼器12に導かれる。このため、発電ガスタービン用燃焼器12では、従来に比べて小さい発熱量になるように、可燃性ガスを希釈して燃焼されることになるので、低NO<sub>x</sub>燃焼化を図ることができる。

【0049】なお、本実施例では、窒素ガス専用圧縮機4は窒素ガス圧縮機用電動機5により、また、酸素ガス専用圧縮機6は酸素ガス圧縮機用電動機7により、それぞれ駆動しているが、窒素ガス圧縮機用電動機5及び酸素ガス圧縮機用電動機7を、別置の専用ガスタービンで駆動し、その排気ガスを排熱回収ボイラ14に導くことにより、更に大きな効果を得ることができる。

【0050】また、本実施例は、発電用ガスタービン装

置10、蒸気タービン16及び発電機17が一つの軸で接続された、いわゆる一軸型コンバインド発電プラントの場合であるが、発電用ガスタービン装置10と蒸気タービン16とが、それぞれ別の軸で構成されている、いわゆる多軸型コンバインド発電プラントの場合にも、本発明を適用することができる。

【0051】なお、上述の一実施例と他の実施例とを比較した場合、一実施例では、発電用ガスタービン用燃焼器12に供給される窒素ガスと空気との混合気体の温度が低いことから、発電用ガスタービン用燃焼器12に供給される可燃性ガスの量の割合が、他の実施例のときよりも多くなり、出力が増加する効果がある。

#### 【0052】

【発明の効果】本発明によれば、酸素酸化方式の石炭ガス化炉を備えた石炭ガス化発電プラントにおいて、起動の迅速化、出力の増加、及び効率の向上を図ることができる。

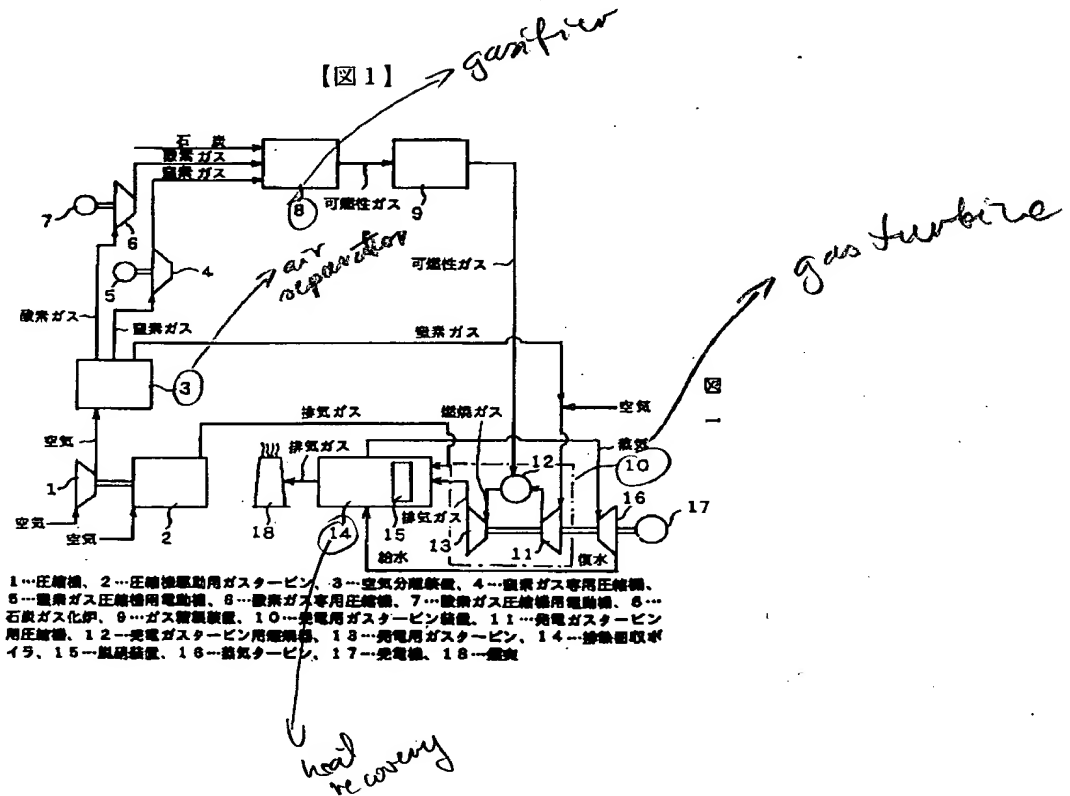
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の石炭ガス化発電プラントの構成図である。

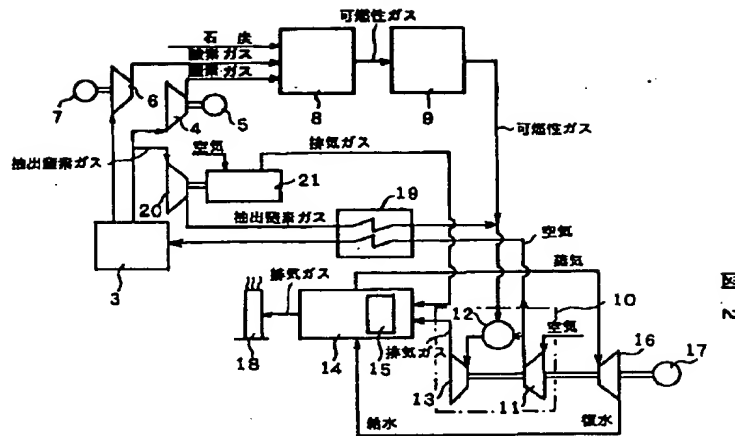
【図2】本発明の他の実施例の石炭ガス化発電プラントの構成図である。

#### 【符号の説明】

1…圧縮機、2…圧縮機駆動用ガスタービン、3…空気分離装置、4…窒素ガス専用圧縮機、5…窒素ガス圧縮機用電動機、6…酸素ガス専用圧縮機、7…酸素ガス圧縮機用電動機、8…石炭ガス化炉、9…ガス精製装置、10…発電用ガスタービン装置、11…発電用ガスタービン用圧縮機、12…発電用ガスタービン用燃焼器、13…発電用ガスタービン、14…排熱回収ボイラ、15…脱硝装置、16…蒸気タービン、17…発電機、18…煙突、19…熱交換器、20…抽出窒素ガス専用圧縮機、21…抽出窒素ガス圧縮機駆動用ガスタービン。



【図2】



19…熱交換器、20…抽出ガス専用圧縮機、  
21…抽出ガス圧縮機駆動用ガスタービン

フロントページの続き

(72)発明者 野田 雅美  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内

(72)発明者 笹田 哲男  
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内